



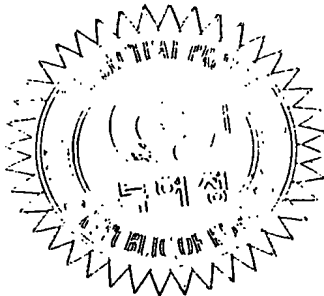
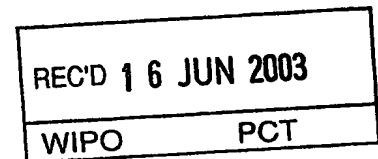
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0020084
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 03월 31일
Date of Application MAR 31, 2003

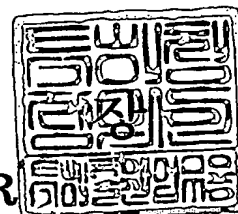
출원 인 : 모승기
Applicant(s) MO Seung Kee



2003 년 05 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.03.31
【발명의 명칭】	변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR CREATING PULSE MAGNETIC STIMULATION HAVING MODULATION FUNCTION
【출원인】	
【성명】	모승기
【출원인코드】	4-1998-047360-5
【대리인】	
【성명】	이경란
【대리인코드】	9-1998-000651-6
【포괄위임등록번호】	2000-020355-7
【발명자】	
【성명】	모승기
【출원인코드】	4-1998-047360-5
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이경란 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	40 면 40,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	26 항 941,000 원
【합계】	1,010,000 원
【감면사유】	개인 (70%감면)
【감면후 수수료】	303,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 전압원으로부터 교류 전원을 입력받고, 입력된 교류 전원의 전압을 지정된 크기의 직류 전압으로 변환하여 출력하는 구동 전압 제공부와, 직류 전압에 의해 전하를 축적하는 콘덴서부와, 구동 전압 제공부와 콘덴서부의 사이에 위치하여 콘덴서부의 전하 축적을 제어하는 입력 스위치부와, 콘덴서부와 직렬로 연결되고, 콘덴서부에 축적된 전하에 상응하는 양단 전압에 의해 발생하는 전류에 의해 자속을 발생시키는 코일과, 콘덴서부와 코일의 사이에 위치하여 콘덴서부에 축적된 전하의 코일을 통한 방전을 제어하는 출력 스위치부와, 코일과 병렬로 연결되어, 펄스 자계를 얻도록 하기 위해 코일에 저장된 자계 에너지 및 콘덴서부에 충전된 전압을 그라운드 레벨로 낮추는 분권 스위치부를 포함하는 것을 특징으로 하는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법에 관한 것으로, 치료 목적에 따라 치료 환자의 전류 순응성(Compliance) 및 생체 조직의 임피던스에 기인한 효과적인 에너지 전달이 가능하다.

【대표도】

도 2a

【색인어】

치료, 신체 자극, 자속, 유도 전압, 콘덴서

【명세서】**【발명의 명칭】**

변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법{APPARATUS AND METHOD FOR CREATING PULSE MAGNETIC STIMULATION HAVING MODULATION FUNCTION}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 요실금 치료 장치의 구동회로를 나타낸 블록 구성도.

도 2a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성도.

도 2b는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 외형도.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 RLC 직렬 공진회로의 상세 구성을 나타낸 회로도.

도 4a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 마그네트 코일의 제작 형태를 예시한 도면.

도 4b는 자기 자속 집속 원리를 나타낸 도면.

도 4c는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 프로브의 구성을 예시한 도면.

도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 출력 모니터 결합 방법을 예시한 도면.

도 6a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 상세 회로 구성도.

도 6b는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 출력 변조 특성을 나타낸 도면.

도 7a는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성도.

도 7b는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 구형파 발생 회로의 상세 회로도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

105 : 구동 전압 제공부 110 : 전압 입력부

120 : 고전압 변압기 130 : 정류기

140 : 필터부 145 : 입력 스위치

150 : 펄스 콘덴서 155 : 출력 스위치

160 : 분권 스위치 170 : 마그네트 코일

175 : 파워 모니터 180 : 제어장치

185 : 주변장치 510 : 가변 조정기

710 : 구형파 발생 회로

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <22> 본 발명은 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 고속의 외부 시변 자계(External time-varying magnetic field)를 이용하여 비침습적(Non-invasive)으로 신경, 근육, 뼈, 혈관 등 신체를 의학적 목적으로 자극할 수 있는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <23> 전기가 자기로 혹은 자기가 전기로 변환될 수 있음을 의미하는 전자기 유도 법칙은 주로 발전기, 변압기에 많이 활용되어 왔다. 그리고, 이러한 전자기 유도 법칙을 이용하는 의용 치료 방법이 속속 개발되고 있으며, 최근에는 신경근 치료에까지 광범위하게 이용되고 있다.
- <24> 일반적으로 신체의 신경근계를 치료하는 자극방법은 전기자극(Electrical Stimulation) 방법과 자기자극(Magnetic Stimulation) 방법으로 분류할 수 있다.
- <25> 전기자극 방법은 패서리(pessary) 모양의 전극 혹은 패치 형태의 전극을 신체에 부착하여 전류를 흘려줌으로써 자극이 발생하도록 하는 방법이다. 그리고, 자기자극 방법은 커패시터에 충전된 전기 에너지를 외부 시변 자계 발생용 마그네트 코일에 방전하여 얻어지는 자계 에너지를 피부 혹은 신체 조직에 유도하여 와전류를 발생시킴으로써 자극이 발생하도록 하는 방법이다.
- <26> 근본적으로 자기자극의 발생원리는 패러데이(Faraday) 전자 유도(Electro magnetic induction) 법칙의 범주의 속하며, 패러데이의 전자 유도 법칙은 회로에 쇠교하는 자속(

ϕ)이 변할 때 그 회로에는 자속이 감소되는 비율과 비례하는 기전력(e)이 유기된다는 것이다. 그리고, 전자유도에 의해 회로에 흐르는 유도 전류(induced current)의 방향은 렌츠의 법칙(Lenz's law)에 따라 이 회로의 쇄교 자속의 변화를 반대하는 방향이 된다.

<27> 이러한 전자 유도 법칙은 인체의 치료 목적으로 다양한 유형에 적용되고 있으며, 이하에서는 그중 하나의 유형인 요실금 치료 장치에 이용되는 경우를 도 1을 참조하여 설명한다.

<28> 도 1은 종래 기술에 따른 요실금 치료 장치의 구동회로를 나타낸 블록 구성도이다.

<29> 도 1을 참조하면, 종래의 요실금 치료 장치의 구동 회로는 전원 공급 및 충전부(10), 전달부(20), 방전부(30), 자극 코일(40)을 포함한다.

<30> 전원 공급 및 충전부(10)는 입력 전원을 고전압으로 승압하는 기능을 수행한다.

<31> 전달부(20)는 전원 공급 및 충전부(10)에서 공급된 전압을 전달하기 위한 스위칭 소자(SCR1, SCR2), 펌핑 인덕터(L1), 전류 제어 인덕터(L2), 전달 커패시터(C1)를 포함한다.

<32> 방전부(30)는 전달부(20)를 통해 공급된 전압을 충, 방전하는 기능을 수행하고, 자극 코일(40)에는 방전부(30)의 방전에 의한 전류가 흐르게 된다.

<33> 이와 같은 종래의 요실금 치료 장치의 구동 회로는 전원 공급 및 충전부(10)를 통해 고전압 발생부(도시되지 않음)의 전압을 충전 커패시터(도시되지 않음)에 저장하고, 전달부(20)의 스위칭 소자(SCR1)의 온(ON)에 의해 전원 공급 및 충전부(10)의 충전 커패시터에 저장된 전하는 펌핑 인덕터(L1)를 통해 전달부(20)의 전달 커패시터(C1)에 충전된다. 이후, 스위칭 소자(SCR2)가 온(ON)되면, 전달 커패시터(C1)에 충전된 전하는 전류

제어 인덕터(L2)를 통해 방전부(30)로 공급된다. 이러한 과정을 수회 반복함으로써, 방전부(30)의 방전 커패시터(C2)에 필요한 전하가 전달부(20)로부터 공급된다. 방전부(30)의 방전 커패시터(C2)는 방전 스위치(SCR3)가 온(ON)될 때까지 전달부(20)의 전하를 계속 충전하고 있다가 방전 스위치(SCR3)가 온(ON) 되면 일시에 전하를 방전한다. 그리고, 방전된 전하에 의해 자극 코일(40)에 전류가 흐르게 된다.

<34> 그러나, 종래 기술에 의한 요실금 치료 장치의 구동 회로는 방전시 스위치 양단에 일반 스위치의 절연 내력을 초과하는 매우 높은 고전압이 발생하는 문제점이 있었다. 또한, 고전압 형성에 따른 무리한 형태의 전달부(20)가 도입되어 있고, 전달부(20)의 도입으로 시스템이 복잡해지고 제조비용이 추가로 발생하며 동작 시퀀스(sequence)가 복잡해지는 문제점이 있었다. 또한, 자극 코일(40)의 인덕턴스(inductance)가 고려되지 않았다는 문제점도 있었다.

<35> 또한, 상술한 종래 기술 이외에도 다양한 형태의 종래 기술이 존재하고 있었으나, 종래 기술에 의할 때 신체의 자극이 의학적 목적을 달성하기 위해 필요 조건인 신체가 도체 성질의 코일이 아니기 때문에 단순히 전자 유도 장치를 구성한다고 해결되지는 않는다는 문제점이 있다.

<36> 또한, 종래 기술에 의할 때 원하는 유도 전압을 얻기 위해 최적의 시스템으로 구성될 수 없을 뿐 아니라 스위치 회로의 특성이 고려되지 않는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <37> 따라서, 본 발명의 목적은 치료 목적에 따라 치료 환자의 전류 순응성(Compliance) 및 생체 조직의 임피던스에 기인한 효과적인 에너지 전달을 가능하게 하는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- <38> 본 발명의 다른 목적은 자기 자극 장치를 의학적 치료 목적으로 이용할 때 고전압으로 충전하기 위한 별도의 수단이나, 펄핑 코일 혹은 전류제한 코일 등과 같은 각종 보조 수단을 필수 구성 요소로 하지 않는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- <39> 본 발명의 또 다른 목적은 경사 변조, 위상 변조, 기간 변조, 시간 변조, 진폭 변조, 주파수 변조, 듀티 변조 등과 같은 다양한 변조 방식의 수행을 가능하게 하는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- <40> 본 발명의 또 다른 목적은 고정형이 아닌 이동형으로 제작되고, 코일에서 발생하는 자속을 집속하기 위한 자속 집속 장치와 일체형 또는 탈부착이 가능한 형태로 제작되는 자속 방출 장치를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <41> 상기 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 자속을 발생시키기 위해 펄스 전류를 생성하는 자극 장치에 있어서, 전압원으로부터 교류 전원을 입력받고, 입력된 교류 전원의 전압을 지정된 크기의 직류 전압으로 변환하여 출력하는 구동 전압 제공부와, 상기 직류 전압에 의해 전하를 축적하는 콘덴서부와, 상기 구동 전압 제공부

와 상기 콘덴서부의 사이에 위치하여 상기 콘덴서부의 전하 축적을 제어하는 입력 스위치부와, 상기 콘덴서부와 직렬로 연결되고, 상기 콘덴서부에 축적된 전하에 상응하는 양단 전압에 의해 발생하는 전류에 의해 자속을 발생시키는 코일과, 상기 콘덴서부와 상기 코일의 사이에 위치하여 상기 콘덴서부에 축적된 전하의 상기 코일을 통한 방전을 제어하는 출력 스위치부와, 상기 코일과 출력 스위치부 사이에 병렬로 연결되어, 펄스 자계를 얻도록 하기 위해 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압을 그라운드 레벨로 낮추는 분권 스위치부를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치가 제공된다.

<42> 상기 구동 전압 제공부는, 상기 전압원으로부터 공급되는 교류 전압을 상기 제어부에 의해 지정된 교류 전압으로 변환하는 가변 조정기와, 상기 가변 조정기에 의해 출력된 교류 전압을 미리 지정된 변압비에 상응하는 크기의 교류 전압으로 승압하는 변압기와, 상기 변압기에 의해 승압된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류부를 포함할 수 있다. 그리고, 상기 가변 조정기는 출력되는 교류 전압의 크기를 가변적으로 조정할 수 있다.

<43> 또한, 상기 구동 전압 제공부는, 상기 정류부에 의해 전파 정류된 직류 전압을 평활하게 하는 필터부를 더 포함할 수 있다.

<44> 그리고, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치는 상기 분권 스위치부가 온(ON)한 상태에서 상기 자계 에너지 및 상기 전압이 그라운드 레벨로 낮춰지면 상기 출력 스위치부는 오프(OFF)상태로 전환할 수 있다.

<45> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치는 상기 콘덴서부에 전하의 충전이 완료되면, 상기 입력 스위치부가 오프(OFF) 상태로 전환하고, 상기 출력 스위치가 온

(ON) 상태로 전환할 수 있다. 그리고, 상기 콘덴서부에 전하의 충전이 완료되었는지 여부는 상기 콘덴서부의 용량에 의해 결정된다.

<46> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치는 대전력 신호의 오류 검출을 위해, 상기 코일을 통해 흐르는 전류가 발생시키는 자속을 이용하여 상기 전류의 크기를 산출하는 파워 모니터부를 더 포함할 수 있다.

<47> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치의 상기 콘덴서부는 추가 콘덴서군과 병렬로 연결될 수 있고, 상기 추가 콘덴서군은 각각 병렬로 연결된 하나 이상의 추가 콘덴서부를 포함할 수 있으며, 상기 각각의 추가 콘덴서부는 하나의 추가 콘덴서와 하나의 스위치 소자와 직렬로 연결되도록 할 수 있다.

<48> 상기 추가 콘덴서부의 상기 스위치 소자는 커패시터값의 변경을 위해 온(ON) 또는 오프(OFF) 상태로 제어될 수 있고, 상기 스위치 소자가 온(ON) 상태인 경우에만, 상기 콘덴서부와 상기 추가 콘덴서부가 병렬로 연결되도록 할 수 있다.

<49> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치는 상기 입력 스위치부 및 상기 분권 스위치부가 오프(OFF)되고, 상기 출력 스위치부(ON)된 경우, 상기 콘덴서부, 상기 코일은 RLC 직렬 공진 회로를 구성하고, 상기 RLC 직렬 공진 회로의 각 파라미터값은 부족 감쇠 조건을 만족하도록 할 수 있다.

<50> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치의 상기 출력 스위치부는 상기 RLC 직렬 공진 회로의 1 또는 1/2 주기마다 개폐되고, 상기 출력 스위치부의 개폐주기는 바람직하게는 1kHz 이하로 설정할 수 있고, 통상적으로는 300Hz 이하로 설정할 수 있다.

<51> 상기 펄스 전류의 파형은 사인파, 구형파, 삼각파 등일 수 있다.

<52> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 발생 장치의 상기 입력 스위치부, 출력 스위치부, 분권 스위치부는 릴레이, 사이리스터(Thyristor), IGBT(Insulated Gate bipolar Transistor) 등일 수 있다.

<53> 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 자속 발생을 위한 펄스 전류를 생성하는 코일, 저항, 콘덴서로 구성된 RLC 직렬 공진 회로를 포함하는 자극 장치에 있어서, 상기 콘덴서와 병렬로 결합되고, 전압원으로부터 교류 전원을 입력받아 입력된 교류 전원의 전압을 지정된 크기의 직류 전압으로 변환하여 출력함으로써, 상기 콘덴서에 전하를 충전시키는 직류 전압 제공부와, 상기 구동 전압 제공부와 상기 콘덴서의 사이에 위치하여 온(ON) 상태에서만 상기 콘덴서에 전하가 축적되도록 하는 입력 스위치부와, 상기 콘덴서와 상기 코일 사이에 위치하여 온(ON) 상태에서만 상기 콘덴서에 축적된 전하가 상기 코일을 통해 방전되도록 하는 출력 스위치부와, 상기 코일과 출력 스위치부 사이에 병렬로 연결되어, 펄스 자계를 얻도록 하기 위해 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압을 그라운드 레벨로 낮추는 분권 스위치부를 포함하는 펄스 자기 자극 발생 장치가 제공된다.

<54> 그리고, 상기 직류 전압 제공부는, 상기 전압원으로부터 공급되는 교류 전압을 상기 제어부에 의해 지정된 교류 전압으로 변환하는 가변 조정기와, 상기 가변 조정기에 의해 출력된 교류 전압을 미리 지정된 변압비에 상응하는 크기의 교류 전압으로 승압하는 변압기와, 상기 변압기에 의해 승압된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류부를 포함할 수 있다.

<55> 상기 콘덴서는 추가 콘덴서군과 병렬로 연결되고, 상기 추가 콘덴서군은 각각 병렬로 연결된 하나 이상의 추가 콘덴서부를 포함하며, 상기 각각의 추가 콘덴서부는 하나의 추가 콘덴서와 하나의 스위치 소자와 직렬로 연결되도록 할 수 있다.

<56> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 자기 자극을 발생시키기 위해 펄스 전류를 제공하는 방법에 있어서, 펄스 자기 자극 생성 장치의 동작 개시 명령이 입력되는 단계와, (a) 전원 공급부에서 전압원으로부터 교류 전원을 입력받아 지정된 크기의 출력 교류 전압으로 변환하는 단계와, (b) 정류부에서 상기 변경된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계와, (c) 입력 스위치부가 온(ON) 상태인 경우, 콘덴서부에서 상기 직류 전압에 상응하여 전하를 축적하는 단계와, (d) 상기 콘덴서부의 충전이 완료되면, 상기 입력 스위치부가 오프(OFF)로 전환되고, 출력 스위치부가 온(ON)상태로 전환되는 단계와, (e) 상기 콘덴서부에 축적된 전하에 상응하는 양단 전압에 의해 발생하는 전류가 코일에 흐르도록 하는 단계와, (f) 상기 코일이 상기 전류에 의해 자속을 발생시키는 단계와, (g) 미리 지정된 주기 시간 후에 분권 스위치를 온(ON) 상태로 전환하는 단계와, (h) 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압이 그라운드 레벨로 낮춰진 경우, 상기 출력 스위치를 오프(OFF) 상태로 전환하고, 상기 입력 스위치를 온(ON) 상태로 전환하는 단계와, 상기 펄스 자기 자극 생성 장치의 동작 종료 명령이 입력되거나, 미리 지정된 버스트 온(Burst ON) 기간이 종료될 때까지, 상기 단계 (a) 내지 단계 (h)를 반복하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법이 제공되고, 당해 펄스 전류 제공 방법의 실행을 가능하게 하는 시스템, 장치 및 기록매체가 제공된다.

<57> 본 발명에 따른 펄스 전류 제공 방법은 상기 단계 (a) 내지 단계 (h)가 수행된 후, 상기 콘덴서부에 충전될 전압의 크기를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 그리고, 상

기 콘덴서부의 충전 전압의 크기는 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력 교류 전압의 크기에 의해 결정되도록 할 수 있다.

<58> 또한, 상기 단계 (a) 및 상기 단계 (d)는 상기 코일에 전류가 흐르지 않는 펄스 오프(Pulse OFF) 상태이고, 상기 단계 (e) 내지 상기 단계 (h)는 상기 코일에 전류가 흐르는 펄스 온(Pulse ON) 상태일 수 있다.

<59> 또한, 상기 버스트 온(Burst ON) 기간은 상기 펄스 온(Pulse ON) 및 펄스 오프(Pulse OFF)가 반복되어 유도 전압이 발생됨으로써 자극이 이루어지는 기간이고, 자극 상승 기간, 자극 유지 기간, 자극 감소 기간으로 구성될 수 있다.

<60> 상기 자극 상승 기간 동안 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력 교류 전압의 크기가 점차 상승하고, 상기 자극 유지 기간 동안 상기 전원 공급부의 출력 교류 전압의 크기는 일정하며, 상기 자극 감소 기간 동안 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력 교류 전압의 크기가 점차 감소하도록 할 수 있다.

<61> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 펄스 오프(OFF) 시간을 가변하는 방법에 의해 상기 펄스 온(ON) 시간 및 펄스 오프(OFF) 시간의 주기에 해당되는 변조 주기를 가변할 수 있다.

<62> 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 경사 변조, 위상 변조, 기간 변조, 시간 변조, 진폭 변조, 주파수 변조, 듀티 변조 중 적어도 어느 하나의 변조 특성을 포함할 수 있다.

- <63> 그리고, 상기 펄스 자기 자극 생성 장치는 경사 변조, 위상 변조, 기간 변조, 시간 변조, 진폭 변조, 주파수 변조, 듀티 변조 중 적어도 어느 하나의 변조 특성을 할 수 있다.
- <64> 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 자속 발생을 위한 펄스 전류를 생성하는 코일, 저항, 콘덴서로 구성된 공진 회로를 포함하는 자극 장치에서, 상기 코일에 발생하는 자속을 외부로 방출하는 자속 방출 장치에 있어서, 상기 코일과, 절연재 특성을 갖고, 상기 코일을 감싸는 원반 모양의 케이스와, 상기 케이스의 하부에 돌출되어 형성되어 있는 손잡이와, 상기 코일과 결합되고, 상기 케이스 및 상기 손잡이 내부를 관통하는 리드선을 포함하는 자속 방출 장치가 제공된다.
- <65> 상기 자속 방출 장치의 상기 코일은 단층 솔레노이드 형태일 수 있고, 상기 케이스는 상기 코일에서 발생하는 열을 자연공랭식으로 냉각하기 위한 다수의 공기 구멍을 가지도록 제작될 수 있다.
- <66> 또한, 자계의 경계면 조건을 이용하여 상기 코일에 발생하는 자속을 한 지점으로 집중할 수 있도록 하는 자속 집중 장치가 상기 자속 방출 장치의 상기 케이스와 결합되도록 할 수 있으며, 상기 자속 집중 장치는 냉매 및 성층 철심이 밀봉된 형태일 수 있다.
- <67> 이 경우, 상기 자속 집중 장치의 상기 성층 철심은 상기 코일과 나란히 배치되고, 상기 성층 철심의 중심쪽 투자율은 주변쪽 투자율보다 큰 재료로 구성되며, 상기 자속을 발산하는 끝 부분이 팽이 형태로 이루어지고, 상기 냉매는 상기 자속 집중 장치와 연결된 호스를 통해 순환되도록 할 수 있다.

<68> 본 발명은 기본적인 RLC 직렬 공진 회로에 마그네트 코일 L과 병렬로 분권 스위치를 접속함으로써 종래의 다른 장치에 비해 간단한 회로 구성을 가지는 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 신체의 신경, 근육, 뼈, 혈관 등에 자극을 주기 위한 것으로 결과적으로 신체 내부에 효과적인 자극 에너지를 주입하기 위한 것이다. 그리고, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 출력 세기를 변화시킬 수 있는 변조 기능을 제공함으로써, 자극 에너지 주입 과정에서 효과적인 에너지 전달을 위한 베리언트 모드(즉, 신체에 주입되는 에너지가 시간에 따라 변화)를 제공한다.

<69> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

<70> 도 2a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성도이고, 도 2b는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 외형도이다.

<71> 도 2a를 참조하면, 펄스 자기 자극 생성 장치는 구동 전압 제공부(105), 입력 스위치(145), 펄스 콘덴서(150), 출력 스위치(155), 분권 스위치(160), 마그네트 코일(170), 파워 모니터(175), 제어장치(180), 주변장치(185)를 포함한다.

<72> 구동 전압 제공부(105)는 전압 입력부(110), 고전압 변압기(120), 정류기(130), 필터부(140)를 포함한다.

<73> 전압 입력부(110)는 외부 전원을 입력받아, 가변 조정기에 의해 2차측 전압을 조정하는 기능을 수행한다. 전압 입력부(110)에 포함되는 가변 조정기로서, 슬라이다스(Slidacs)는 입력된 교류전압을 원하는 크기로 변환시켜 새로운 교류 전원을 만드는 장치로서, 1차측 또는 2차측 모두 무방하지만 2차측에 두는 것이 바람직하다. 가변 조정기는 운용자에 의해 설정된 출력값 또는 제어 장치(180)로부터 수신된 출력값 정보에 따라 2차측 전압을 조정하게 될 것이다. 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 슬라이다스를 통해 동일 펄스폭에 대해 항상 연속적으로 진폭을 가변할 수 있다. 그리고, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치가 변압기(120)의 1차측 이전에서 진폭 제어를 하는 이유는 변압기(120) 이후의 신호 레벨이 대단히 크기 때문에 기술적으로 제어가 용이하지 않고 부가 회로를 많이 필요로 하는 단점을 제거하기 위한 것이다.

<74> 변압기(120)는 전압 입력부(110)의 출력을 고전압으로 승압하는 기능을 수행한다. 예를 들어, 입출력 신호의 형태가 교류이고 입력 전압 대비 출력 전압이 200:1500[V]인 3kV급 변압기가 적용될 수 있다. 변압기 설계 방법은 다음과 같다. 먼저, 사용자가 필요로 하는 유도 전압에 따라 마그네트 코일(170)을 설계하고, 마그네트 코일(170)에 따른 L값과 필요한 전류를 산정한다. 이후 RLC 직렬 공진 회로를 구성한 후, 부족감쇠 조건을 만족하는 펄스 콘덴서(150)를 결정한다. 펄스 콘덴서(150)가 결정되면 충전 전압이 계산되며, 당해 충전 전압과 정류기(130)의 효율을 계산하여 보상 값을 더한 전압이 변압기(120)의 출력 전압이 된다. 그리고, 선간 흐르는 전류 값을 이용하여 변압기 용량을 결정할 수 있다.

- <75> 정류기(130)는 고전압의 교류 전압을 고전압의 직류 전압으로 변환하는 기능을 수행한다. 즉, 정류기(130)는 교류 전압을 직류 전압으로 변환하기 위해 브리지 정류 다이오드를 이용하여 전파 정류를 수행한다.
- <76> 필터부(140)는 정류기(130)에 의해 전파 정류된 직류 전압이 연속 반주기를 가지는 리플 파형으로 구성되므로, 리플 전압을 평활하게 하는 기능을 수행한다. 즉, 필터부(140)는 브리지 정류 다이오드 양단 접지선(-) 단자와 전원선(+) 단자 사이에 접속된다. 예를 들어, 로패스 필터로서 기능하는 직류 평활 콘덴서 등이 이에 해당될 수 있다.
- <77> 입력 스위치(145)는 펄스 콘덴서에 전하를 충전하도록 하는 기능을 수행하며, 예를 들어 릴레이(relay), 사이리스터(Thyristor), IGBT(Insulated Gate bipolar Transistor) 등이 이에 해당될 수 있다. 입력 스위치(145)는 펄스 콘덴서(150)가 마그네트 코일(170)에 전류를 흘려주지 않는 기간에 온(ON) 상태가 되고, 마그네트 코일(170)에 전류를 흘려주는 기간에는 오프(OFF) 상태가 된다. 따라서, 입력 스위치(145)는 하기의 출력 스위치(155)의 시퀀스(sequence)와 정반대로 동작하게 된다.
- <78> 펄스 콘덴서(150)는 RLC 직렬 공진회로에서 콘덴서(Condenser)의 기능을 수행하며, 펄스 콘덴서(150)는 병렬로 연결된 다수의 펄스 콘덴서군으로 구성될 수도 있다(도 3 참조).
- <79> 출력 스위치(155)는 펄스 콘덴서(150)에 충전된 전하를 방전하는 기능을 수행한다. 분권 스위치(shunt switch)(160)는 교번 자계가 아닌 펄스 자계를 얻도록 하는 기능을 수행한다. 출력 스위치(155)와 분권 스위치(160)는 예를 들어 릴레이(relay), 사이리스터(Thyristor), IGBT(Insulated Gate bipolar Transistor) 동일 수 있다.

<80> 마그네트 코일(170)은 자계 유도 전압을 얻기 위해 전계를 자계로 변환하는 기능을 수행한다. 파워 모니터(175)는 마그네트 코일(170)을 통해 선간 라인에 흐르는 대전류로 인해 발생하는 자속을 검출하여 선간 라인에 흐르는 전류를 진단함으로써 대전력 신호의 오류를 검출하는 기능을 수행한다. 파워 모니터(175)는 도선에 흐르는 전류가 발생시키는 자속을 이용하므로 무접점 형식으로 구현될 수 있고 별도의 전원을 요하지 않게 된다. 파워 모니터 설계 방법에 대해서는 이후 관련 도면 도 5를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

<81> 제어장치(180)는 입력 가변(예를 들어, 슬라이더스 조정), 입력 스위치(500) 온(ON)/오프(OFF), 선택 스위치(도 3 참조) 온(ON)/오프(OFF), 분권 스위치(160) 온(ON)/오프(OFF), 파워 모니터 값 획득, 주변 장치와의 인터페이스 등을 제어하는 기능을 수행한다. 제어장치(180)는 콘트롤러, 메모리, A/D 및 D/A 릴레이 등 시스템 구동에 필요한 장치를 포함할 수 있고, 필요에 따라 독립적으로 구성되는 전원회로를 더 포함할 수 있다.

<82> 주변장치(185)는 데이터 입력을 위한 입력 장치(예를 들어, 키보드 등), 데이터 출력을 위한 출력 장치(예를 들어, 모니터, 프린터 등), 데이터 저장을 위한 저장부 등을 포함할 수 있다.

<83> 그리고, 도 2b에는 펄스 자기 자극 생성 장치의 외형도가 예시되어 있다.

<84> 도 2b를 참조하면, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 본체, 리드선, 마그네트 코일(170), 보호대(손잡이 포함)를 포함하며, 마그네트 코일(170) 및 보호대 부분을 프로브(probe)(즉, 자속 방출 장치)라고 하며, 프로브(Probe) 및 마그네트 코일

(170)의 제작 형태 및 기능에 대해서는 이후 도 4a 내지 도 4c를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

<85> 펄스 자기 자극 생성 장치의 프로브는 이동 가능한 형태로 제작되고, 본체는 각각의 모듈로 교체가 가능하도록 선반 형태로 제작된다. 그리고, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 프로브를 통해 발산되는 외부 자장에 의해 유도되는 전압은 프로브 내의 마그네트 코일(170)로부터 1cm 떨어진 지점에서 5V에서 15V가 되도록 설정되어 있다.

<86> 다시 도 2a를 참조하면, 펄스 자기 자극 생성 장치의 회로는 펄스 콘덴서(150), 마그네트 코일(170) 및 마그네트 코일(170)의 내부저항(R)에 의한 RLC 직렬 회로를 근본으로, 기타 회로나 장치를 추가하는 것을 특징으로 하고 있다. 일반적으로 직렬 공진 회로는 저전압, 소전류에서 완벽하게 동작하는 표준 회로이다. 그러나, 고전압, 대전류로 구동하는 펄스 자기 자극 생성 장치에서는 RLC 직렬 공진 회로에 보호장치를 하지 않으면 동작하지 않거나 불완전한 동작이 이루어진다. 예를 들어, 출력 스위치(155)가 오프(OFF)된 상태에서, 정류기(130)를 이용하여 입력 스위치(145)를 온(ON)하면, 펄스 콘덴서(150)에 전계 에너지가 충전된다. 이후, 입력 스위치(145)가 오프(OFF)되고 출력 스위치(155)가 온(ON)되면, 펄스 콘덴서(150)에 축적된 전하(양단 정(正) 전압)에 의해 마그네트 코일(170)에 부(負)의 방전 전류(i)가 흐른다.

<87> 방전이 종료된 후, 마그네트 코일(170)에 저장된 자기 에너지($\frac{1}{2}Li^2$ [J])에 의해 역으로 펄스 콘덴서(150)에 정(正)의 충전 전류(i')가 흘러 펄스 콘덴서(150)의 양단 전계 에너지는 초기와 반대로 부(負)로 충전된다.

- <88> RLC 직렬 공진회로에서는 회로 소자 R, L, C의 값을 조정함으로써 과감쇠(Over damped)(예를 들어, $R = 1\Omega$, $L = 10\mu\text{H}$, $C = 100\mu\text{F}$ 인 경우), 임계감쇠(Critical damped)(예를 들어, $R = 0.632\Omega$, $L = 10\mu\text{H}$, $C = 100\mu\text{F}$), 부족 감쇠(Under damped)(예를 들어, $R = 0.1\Omega$, $L = 10\mu\text{H}$, $C = 100\mu\text{F}$)라는 3가지 감쇠조건이 발생할 수 있다. 마그네트 코일(170)에 펄스 전류를 흘려 외부에 유도 전압을 유기시키는 것은 상술한 3가지 경우에 모두 가능하다.
- <89> 그러나, 의학적 치료 목적으로 사용되는 전류는 부족 감쇠의 조건 하에서 전류 흐름이 효율적이므로, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에서는 부족감쇠 조건을 만족하는 전기적 파라미터 값을 사용하기로 한다. 이는 정(正), 부(負) 전류의 흐름을 자연스럽게 대칭으로 가져갈 수 있고, 유도 전하의 정(正), 부(負)의 합이 0 또는 0에 가까운 유도 전류를 얻을 수 있기 때문이다. 또한, 과감쇠, 임계감쇠의 경우, 이러한 조건을 만족시키기 위해서는 더 많은 소자의 구성 및 추가적인 제어를 필요로 하기 때문이다.
- <90> 이후, 방전과 충전을 되풀이하면서 전류 파형은 점차 감쇠하는 형태로 진동하게 된다. 이처럼 충전과 방전을 거듭하면서 전류가 감쇠되는 이유는 마그네트 코일(170)에 저장된 자계 에너지는 마그네트 코일의 내부 저항(R)으로 인해 줄(Joule)열로 일부 소모하고 나머지 에너지가 방전하기 때문이다. 따라서, 펄스 콘덴서(150)의 방전을 통해 마그네트 코일(170)에 흐르는 전류는 부족감쇠 조건의 전류로서 감쇠진동 사인파의 형태를 띄고 주기적으로 충, 방전을 되풀이하게 된다.

- <91> 이러한 감쇠 진동파를 대상으로 필요로 하는 반주기(단상파의 경우), 한 주기(이상파의 경우) 또는 필요한 주기(다상파의 경우)를 선정하고, 주기가 끝나는 시점에서 출력 스위치(155)를 오프(OFF)하여 전류를 차단한다.
- <92> 이후, 다시 입력 스위치(145)를 온(ON)하여 펄스 콘덴서(150)를 충전시킨 다음 상술한 과정을 되풀이하면, 감쇠진동 사인파의 전류 파형을 얻을 수 있고 설정된 전류를 마그네트 코일(170)에 흘려줄 수 있다. 그리고, 부족 감쇠 조건에서 얻어지는 감쇠 진동 사인파의 주기는 주지의 회로 이론 공식(즉, $T = \frac{2\pi}{\omega_n}$)을 이용하여 얻을 수 있다.
- <93> 또한, 감쇠 진동 사인파의 한 주기만을 사용하고자 할 경우, 한 주기가 끝나는 시점에서 출력 스위치(155)를 오프(OFF)해야 하는데, 마그네트 코일(170)에 저장된 자계 에너지 때문에 매우 큰 개폐 노이즈와 함께 고전압, 대전류 차단이라는 부담(예를 들어 서지(surge) 등)을 출력 스위치(155)가 가지게 된다.
- <94> 이 경우 종래 기술에서 언급하는 바와 같이 전류 제한 코일을 삽입하는 등의 부가 장치는 이에 대한 근본적인 대책은 되지 못한다. 왜냐하면 전류 제한 코일을 삽입하더라도 마그네트 코일(170)에 저장된 자계 에너지는 여전히 존재하기 때문이다.
- <95> 또한, 종래 기술에서는 마그네트 코일(170)에 저장된 자계 에너지가 줄 열로 발산한다고 하였으나, 이는 잘못된 해석이다. 즉, 짧은 시간(예를 들어, 수 μs)에 줄 열로 발산하는 경우가 있을 수 있으나, 대부분은 출력 스위치(155)를 온(ON), 오프(OFF)할 때 스위치가 부담하게 되는 것이다.
- <96> 따라서, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 RLC 직렬 회로에서 마그네트 코일(170)과 병렬로 분권 스위치(160)를 연결함으로써 이러한 문제점을 해결한다. 즉,

분권 스위치(160)를 오프(OFF)한 상태에서, 출력 스위치(155)를 오프(OFF)하고 입력 스위치(145)를 온(ON)하면 펄스 콘덴서(150)는 충전 상태가 된다. 이후, 입력 스위치(145)를 오프(OFF)하고, 출력 스위치(155)를 온(ON)하면 방전 전류(i)가 마그네트 코일(170)에 흐르고(외부 자장에 의해 유도 전압 발생), 상술한 바와 같이 마그네트 코일(170)로의 방전이 끝나면 역으로 마그네트 코일(170)의 자계 에너지는 펄스 콘덴서(150)로 충전 전류(i')를 흘려 펄스 콘덴서(150)를 역으로 충전시킨다. 이때 감쇠 진동 사인파의 한 주기가 끝나는 시점에서 출력 스위치(155)를 오프(OFF)하기 전에 분권 스위치(160)를 온(ON)하여 마그네트 코일(170)에 저장된 자계 에너지 및 펄스 콘덴서(150)에 충전된 고전압을 그라운드 접지하여 상대적으로 레벨을 낮춘다. 이후 출력 스위치(155)를 오프(OFF)하더라도 출력 스위치(155)는 개폐 서지(surge) 등의 부담에 염려가 없어 스위치의 정격 사용이 가능하고, 마그네트 코일(170)과 펄스 콘덴서(150)에 대해 개폐시의 스파이크(spike) 등에 기인한 침투치로 인한 전기적 충격이나 열화의 염려가 없게 된다. 또한, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 분권 스위치(160)를 포함함으로써 진폭 제어가 가능하다는 장점을 더 가지게 된다.

<97> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 RLC 직렬 공진회로의 상세 구성을 나타낸 회로도이다.

<98> 도 3을 참조하면, 펄스 콘덴서(150)의 커패시터(C), 마그네트 코일(170)의 인덕터(L) 및 마그네트 코일(170) 자체의 내부 저항(R)이 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 기본적인 RLC 직렬 공진회로의 전기적 파라미터(R, L, C)로 매핑된다. 마그네트

코일(170)의 경우 단층 솔레노이드로 구성되고 코일이 가지고 있는 내부 저항이 있기 때문에 각각 L과 R로 규정되는 것이다(도 4a 참조).

<99> 펄스 콘덴서(150)의 경우 RLC 직렬 공진회로에서 부족 감쇠 진동시 필요로 하는 주기의 펄스 폭을 가변적으로 얻기 위해 콘덴서 값이 변경 가능하여야 한다. 따라서, 펄스 콘덴서(150)의 콘덴서 값을 변경할 수 있도록 하기 위해 다수의 펄스 콘덴서들이 병렬로 결합된 형태로 구성될 수 있다. 그리고, 기본 펄스 콘덴서(C1)를 제외한 나머지 추가 펄스 콘덴서(C2, C3, ..., Cn)들은 각각의 선택 스위치(210a, 210b, ..., 210n - 이하 210으로 통칭함)를 통해 기본 펄스 콘덴서(C1)와 병렬로 연결되도록 할 수 있다. 이 경우, 기본적인 RLC 직렬 공진회로에서 펄스 콘덴서(150)는 선택 스위치(210)를 이용하여 기본적인 커패시터(C1)에 선택적으로 각 커패시터(C2, C3, ..., 또는 Cn)가 연결되도록 한다. 만약 커패시터 C1을 제외한 나머지 커패시터가 모두 연결되지 않았다면(즉, 모든 선택 스위치가 오프(OFF)), 총 커패시터 값은 C1값이 된다. 또한 각각의 펄스 콘덴서들이 모두 병렬로 연결되었다면(즉, 모든 선택 스위치가 온(ON)), 병렬로 연결된 모든 펄스 콘덴서들의 커패시터 값을 모두 합한 값이 총 커패시터 값(즉, $C = C1 + C2 + \dots + Cn$ [F])이 된다.

<100> 이와 같은 방법으로 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에서 적용 가능한 감쇠 진동 사인파의 주기의 종류는 제한이 없게 된다.

<101> 그리고, 감쇠 진동 사인파에서 필요로 하는 펄스폭에 해당하는 주기 또는 시간으로부터 스위치의 개폐시간 정보를 결정한다.

<102> 한 주기를 결정하기 위한 조건은 R, L, C 파라미터 중 C 파라미터의 변경을 통해 가능하므로 병렬 연결된 펄스 콘덴서들의 접속 종류 수에 해당하는 만큼의 한

주기의 종류가 결정된다. 예를 들어, 기본 펄스 콘덴서(C1)에 펄스 콘덴서 2개(C2, C3)가 연결되었다면 주기의 종류 수는 4가지가 된다.

<103> 그리고, 감쇠 진동 사인파의 한 주기가 끝나는 시점(Switching point)에서 회로의 전류를 차단(open)할 수단이 필요하며, 이러한 역할을 하는 것이 출력 스위치(155)이다.

<104> 출력 스위치(155)를 온(ON)하면, 펄스 콘덴서(150)는 저장된 전하를 마그네트 코일(170)로 방전하여 회로에는 일시에 대전류가 흐르게 된다. 이러한 대전류는 출력 스위치(155)를 오프(OFF)하지 않는 한 마그네트 코일(170)에 저장되었다가 방전이 끝나면 반대로 펄스 콘덴서(150)에 전하를 재 축적하게 한다. 이와 같이 감쇠진동이 완전히 소멸될 때까지 충전 및 방전이 되풀이된다. 이 경우, 출력 스위치(155)가 대전류 회로를 오프(OFF)하면, 출력 스위치(155)는 순간 흐르는 대전류의 수십 배에 해당하는 개폐 잡음과 부담을 감당해야 한다. 따라서, 이러한 고전압, 대전류에 따른 개폐 잡음과 출력 스위치의 부담을 없애기 위해 마그네트 코일(170)과 병렬로 분권 스위치(160)가 연결되는 것이다.

<105> 도 4a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 마그네트 코일의 제작 형태를 예시한 도면이고, 도 4b는 자기 자속 집속 원리를 나타낸 도면이며, 도 4c는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 프로브의 구성을 예시한 도면이다.

<106> 도 4a를 참조하면, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 마그네트 코일(170)은 단층 솔레노이드 형태로 구성될 수 있다.

<107> 자속 내부에 놓인 면적 S인 페루프에서는 페러데이 법칙(Faraday's law)에 의해 하기의 수학적 1에 의한 유도 전압(induced Voltage)이 발생된다.

<108> **【수학적 1】**
$$e = -\frac{d\phi}{dt} = \oint_c \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \oint_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \text{ [V]}$$

<109> 여기서, e는 유도전압(induced voltage), E는 전기의 세기, B는 자속밀도를 의미한다.

<110> 그리고, 자속의 방향과 페루프가 직각이면 유도 전압(e)은 하기의 수학적 2에 의해 계산될 수 있다.

<111> **【수학적 2】**
$$e = S \frac{d}{dt} B(r)$$

<112> 즉, 수학적 2에 의해 검출 코일의 단면적 S와 설계 목표치인 유도 전압(e)을 결정하면 자속밀도 B[Wb/m²]를 구할 수 있고, 이 자속밀도로부터 단위 면적당 자속phi[Wb]을 발생시킬 수 있도록 하는 RLC 직렬 공진회로의 펄스 콘덴서(150)의 충전 전압(Vc)을 구할 수 있게 되는 것이다. 또한, 펄스 콘덴서(150)의 충전 전압이 계산되면 마그네트 코일(170)의 인덕턴스와 저항을 이용하여 임피던스가 계산될 수 있고, 따라서 RLC 직렬 공진회로에서 필요로 하는 전류값이 계산될 수 있다.

<113> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 마그네트 코일(170)을 단층 솔레노이드로 설계함으로써, 각각의 원형 코일의 자속의 중심이 모두 앙페르 오른나사 법칙(Ampere's right-handed screw law)에 의해 마그네트 코일(170)의 중심축 상에 있게 된다. 목적 지점(target)에서 보았을 때 개개의 자속은 원래의 지점에서 동일한 거리에 있는 것으로 되어 결국 자속이 합쳐지게 되며, 따라서 효과적인 자속 발생이 가능하게 된다.

다. 또한, 마그네트 코일(170)을 솔레노이드 형태로 설계함에 있어, 다층 권선으로 구성할 수도 있으나, 이 경우 권선수가 많아져 권선의 저항과 인덕턴스가 큰 단점이 있으므로, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에는 단층 권선 형태를 적용한다. 또한, 단층 권선 형태를 적용하는 경우, 유도 전압을 얻기 위해 상대적으로 작은 충전 전압을 사용할 수 있는 장점을 가진다.

<114> 도 4b에는 자기 자속 집중 원리를 나타낸 도면이다.

<115> 단층 솔레노이드 방식으로 제작되는 마그네트 코일(170)은 이동식으로 하기 위해 마그네트 코일을 보호하는 절연재 특성을 갖는 테니스 라켓 형상의 보호대로 감싸진다. 마그네트 코일(170)을 위한 보호대는 발생하는 열을 자연 공랭식으로 냉각하기 위해, 가능한 많은 공기 구멍을 가지는 형태로 제작되며, 또한 자유로이 움직일 수 있는 형태로 제작된다.

<116> 그리고, 자속을 한 곳에 집중에서 사용해야 할 필요가 있는 경우 마그네트 코일(170)과 이를 보호하는 보호대, 즉 프로브에 자속 집중 장치를 부가하여 해결할 수 있다.

<117> 도 4b에 도시된 바와 같이, 원리적으로 마그네트 코일(170)에 의해 발생하는 자속은 한쪽 면으로부터 출발하여 다른 쪽 면으로 되돌아오는 자석으로 생각할 수 있고, 각각 N극, S극이라 할 수 있다. 즉, 원하는 타겟(Target)에 자계의 세기가 $H[AT/m]$ 인 점에서는 자계의 방향에 단위 면적 $[m^2]$ 당 H개의 선의 비율로 자력선이 수직으로 지나간다.

<118> 자속 ϕ 가 자계 중의 임의의 면 $S[m^2]$ 를 통과한다고 하면 단위면적당 자속 ϕ 는 자속밀도(B) 및 자계의 세기(H)와 하기의 수학적 식 3과 같은 관계를 가지게 된다.

<119> 【수학식 3】 $\phi = \mu WBS$

<120> 따라서, 마그네트 코일(170)에서 발생하는 자속을 어느 한 지점으로 접속하기 위한 자속 집속 장치는 상기의 수학식 3과 같은 관계를 이용하게 된다. 그리고, 자속 집속을 위해, 도 4b에 도시된 바와 같이 자성체 성질을 갖는 조정 장치가 필요시된다.

<121> 그리고, 자속을 효과적으로 집속하기 위해 와전류(Eddy current), 표피 효과(Skin effect)가 고려되어야 한다.

<122> 즉, 자속은 투자율(permeability)이 큰 쪽으로 집속되는 성질이 있으므로, 마그네트 코일과 나란히 배치되는 자속 집속 장치는 중심의 자성체로 투자율이 매우 큰 재료를 사용하고 코일 중심 밖으로 갈수록 투자율이 작은 재료를 사용하여 제작되어야 한다.

<123> 또한, 표피 효과와 와전류에 의한 와류 손실을 감소시키기 위해, 자속 집속 장치의 형상은 성층 철심 구조로 되어야 하고, 또한 자속이 나가는 부분이 팽이처럼 제작되어야 한다. 자속 집속 장치는 철심이 사용되어 와전류에 의한 줄 열이 발생할 수 있으므로, 변압기와 같이 자속 집속 장치를 밀봉 구조로 하여 냉매(예를 들어, 냉각수, 냉각유 등)를 주입할 수 있는 형태가 바람직하다.

<124> 펄스 자기 자극 생성 장치의 자기 자속 집속 장치를 구성하는 일 실시예가 도 4c에 도시되어 있다. 즉, 물리적으로 프로브(자속 방출 장치)는 펄스 자기 자극 생성 장치에 사용되는 마그네트 코일(170)에 자속 집속 장치가 부가되는 형태가 된다.

<125> 자속 집속 장치의 동작 원리에 대해 설명하면 다음과 같다.

<126> 먼저, 원하는 이격 거리(예를 들어, 3cm 미만)에 타겟(target - 목적 지점)을 설정하고, 마그네트 코일(170)과 타겟 사이에 자속 집속 장치를 위치시킨다.

- <127> 마그네트 코일(170)로부터 자속 $\{\phi\}_1$ 이 나오면 자속 집속의 경계면 조건에 따라 자속이 집속되어 자속 $\{\phi\}_2$ 가 나온다. 집속된 자속 $\{\phi\}_2$ 의 원형 직경은 2mm 이내이면 전자침으로 활용이 가능하고, 10mm 내외이면 국부적인 자속 집속 장치로 유효하다. 자속 집속의 경계면 조건이란 경계면에 평행한 자계의 성분은 경계면 양측에서 서로 같고, 자속 밀도의 면에 수직한 성분은 경계면 양측에서 서로 같다는 것이다.
- <128> 자속 집속 장치는 손실 방지를 위해 타겟 방향으로 최대한 얇게 만들어야 하며, 자속의 집속을 용이하게 하기 위해 조정 장치를 타겟 기준으로 마그네트 코일(170)의 반대편에 위치시킨다. 조정장치는 편의상 페어(Pair)의 개념으로 제작한다.
- <129> 마그네트 코일(170)에 전류를 흘려 자속을 발생시키면 타겟에 유도 전압이 생성되며, 생성되는 유도 전압은 5V에서 15V의 범위로 설계한다.
- <130> 자속 집속 장치는 마그네트 코일(170)과 항상 함께 사용되므로, 도 4c에 도시된 바와 같이 일체형으로 제작하거나 또는 탈, 부착이 가능한 형태로 제작하여 자속 집속 장치 사용시에는 항상 마그네트 코일(170)과 결합하여 사용하도록 할 수 있다.
- <131> 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 출력 모니터 결합 방법을 예시한 도면이다.
- <132> 출력 모니터(즉, 파워 모니터(175))는 마그네트 코일(170)을 흐르는 방전 전류를 모니터링하는 기능을 수행한다. 의료기기로 사용되는 자기 자극 장치는 환자의 보호를 위해 출력(예를 들어, 충, 방전 전류)이 모니터링될 수 있어야 한다.

- <133> 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 출력 모니터링은 무접점 방식으로 구현되는 것을 특징으로 한다. 즉, 도선에 흐르는 전류는 주위에 자속을 발생시키기 때문에 자속을 검출하여 선간 라인에 흐르는 전류를 진단할 수 있다.
- <134> 또한, 상술한 방법을 이용하면 출력 모니터링 장치를 제작할 때, 마그네트 코일(170)에 흐르는 전류이외에 분권 스위치(160), 출력 스위치(155), 펄스 콘덴서(150) 등에 흐르는 전류 등을 쉽게 검출할 수 있어 고장점 진단이나 장치 진단이 매우 용이하게 된다.
- <135> 도 6a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 상세 회로 구성도이고, 도 6b는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 출력 변조 특성을 나타낸 도면이다.
- <136> 도 6a에 도시된 펄스 자기 자극 생성 장치의 회로도에서 모든 스위치는 오프(OFF) 상태인 경우를 가정하여 회로의 동작 과정을 설명한다.
- <137> 110V/220V 50Hz/60Hz의 외부 전원이 전압 입력부(110)에 입력되면, 전원 입력부(110)의 가변 조정기(510)에 의해 출력 전압이 조정되고, 가변 조정기(510)의 출력은 변압기(120)의 입력이 된다. 가변 조정기(510)의 출력 전압은 제어 장치(180)를 통해 임의의 제어가 가능하며, 가변 조정기(510)의 기능은 분권 스위치(160)의 리셋 타이밍 이후의 진폭 제어에 사용된다.

- <138> 변압기(120)를 통해 승압된 교류 전압은 정류기(130)의 전파 정류에 의해 직류로 변환되고, 변환된 직류 전압은 펄스 콘덴서(150)를 충전한다. 전파 정류된 직류 전압은 평활하지 못한 직류이므로 로패스 필터 개념의 필터부(140)에 의해 비교적 양호한 직류 전압으로 변환된다. 그리고, 입력 스위치(145)가 온(ON)되면, 직류 전압이 펄스 콘덴서(150)를 충전시킨다.
- <139> 이때, 선택 스위치(210)의 온(ON)/오프(OFF) 선택에 따라 병렬로 연결된 다른 펄스 용 콘덴서의 충전 여부가 결정된다. 이는 C값을 변경함으로써, 감쇠 진동의 주파수(주기)를 변화시키고자 할 때 이용된다.
- <140> 충전이 끝나면 입력 스위치(145)는 오프(OFF)되며, 입력 스위치의 온(ON)/오프(OFF)는 제어장치(180)에 의해 제어될 수 있다. 충전시간은 필터부(140)의 공급 능력과 펄스 콘덴서(150)의 충전 용량에 따라 결정된다.
- <141> 펄스 콘덴서(150)의 충전이 완료되면, 입력 스위치(145)는 오프(OFF)되고 출력 스위치(155)가 온(ON)된다. 출력 스위치를 온(ON)하는 순간, 펄스 콘덴서(150)의 충전 전압은 마그네트 코일에 인가되어 전류가 흐르게 된다. 마그네트 코일(170)에 전류가 흐르면, 페러데이 법칙에 의해 외부 자속이 발생되고 이 외부 자속을 쇄교하는 외부 도체에 전압이 유도된다. 그러나, 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 외부 도체 대신 신체에 자속을 쇄교시키면 신체 내부에 와전류가 발생되고 이 와전류에 의해 유도 전압이 유기되어 자극이 되는 원리이다.
- <142> 출력 스위치(155)를 온(ON)되어 마그네트 코일(170)에 전류가 흐르면 한 주기 시간 후에 분권 스위치(160)가 온(ON)된다. 한 주기를 결정하는 전기적 파라미터는 R, L, C 값이며, 본 발명에서는 R과 L이 고정되어 있으므로 C값에 의해 달라지게 된다.

- <143> 분권 스위치(ON)가 온(ON)되자마자 출력 스위치(155)는 오프(OFF)된다. 그라운드 레벨로 단락(Short)된 후 출력 스위치(OFF)를 오프(OFF)함으로써 한 주기가 형성되는 것이다. 이는 마그네트 코일에 흐르는 고전압, 대전류의 개폐부담과 잡음을 줄이기 위한 것이며, 또한 펄스 콘덴서(150)의 축적 전하를 충분히 방전시켜 진폭제어를 가능하게 하기 위해서이다.
- <144> 출력 스위치(155)가 오프(OFF)되자마자 다시 분권 스위치(160)를 오프(OFF)한다. 마그네트 코일(170)에 전류의 공급이 중단되면 즉시 자계 에너지 및 이에 따른 유도 전압은 소멸되고 도통된 한 주기 전류만이 유도되는 결과를 가져온다.
- <145> 상술한 과정이 한 개의 출력 펄스를 형성하기 위한 제어 과정이며, 목적에 따라 상기 과정을 되풀이하면 펄스 자기 자극 생성 장치에서 필요로 하는 각종 변조 방식을 구현할 수 있다.
- <146> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에서 구현할 수 있는 변조 방식으로는 경사 변조(Ramps or Surge modulation), 위상 변조(Phase modulation), 기간 변조(Duration modulation), 시간 변조(Timing modulation), 진폭 변조(Amplitude modulation), 주파수 변조(Frequency modulation) 등이 있다.
- <147> 경사 변조(Ramps or Surge modulation)는 버스트 구성에서 처음 시작 부분과 마지막 끝 부분의 자극을 단계적으로 증가 혹은 감소하는 변조이다. 이는 서서히 자극이 시작되도록 함으로써 환자가 급작스러운 자극의 충격으로부터 보호될 수 있도록 한다.

- <148> 위상 변조(Phase modulation)는 0으로부터 시작하여 한 주기 경로(Path)가 다르도록 자극 출력을 구성하는 방법으로, 버스트를 구성하는 펄스의 진폭, 펄스 폭, 주파수를 변화함으로써 가능하다. 이는 신체에서 전류의 순응을 지연시키는 역할을 한다.
- <149> 기간 변조(Duration modulation)는 버스트 온(ON) 시간 내에 위상 기간, 펄스 기간을 다양하게 변화시키는 변조이다. 자극을 위한 효과적인 에너지 전달을 위한 것이다.
- <150> 시간 변조(Timing modulation)는 버스트를 구성하는 펄스의 주기와 함께 버스트의 주기를 임의로 변경하는 변조이다.
- <151> 진폭 변조(Amplitude modulation)는 버스트 온(ON) 시간에 정점 강도를 단계적으로 혹은 다양하게 변화시키는 변조를 말한다. 이는 자극의 강도를 직접적으로 조정하기 위한 것이다.
- <152> 주파수 변조(Frequency modulation)는 버스트 온(ON) 시간에 주파수를 단계적으로 혹은 다양하게 변화시키는 변조를 말한다. 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에서는 펄스 오프(OFF) 시간동안 다음 주기의 공진 주기를 선택하게 되며, 공진 주기는 RLC 직렬 공진 회로에서 선택된 C값에 의해 결정된다. 따라서, 버스트 온(ON) 시간 내에 다양한 공진 주기를 가지는 펄스들이 존재할 수 있게 된다.
- <153> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 진폭, 주파수, 펄스폭, 펄스 듀티, 버스트 듀티, 시간 및 기간 제어 등을 위한 파라미터 정보를 가진다.
- <154> 각 변조 특성을 만족하기 위해 도 6a에 도시된 회로의 동작 특성이 도 6b에 도시되어 있다.

- <155> 도 6b의 동작 특성은 마그네트 코일(170)에 흐르는 최대 전류가 0에서 1200A(최대 전압은 0에서 1200V)이고, 이때 마그네트 코일로부터 1cm 떨어진 점의 유도 전압은 100A 당 1V의 유도 전압을 얻기 위한 경우에 관한 것이다. 이하, 도 6b의 동작 특성을 얻기 위한 과정을 설명한다.
- <156> 먼저, 가변 조정기(510)가 출력을 제어하여 마그네트 코일(170)에 흐르는 전류가 최대 전류의 1/6이 되도록 한다. 가변 조정기(510)는 제어장치(180)에 의해 제어되며, 제어장치(180)는 주변 장치(185)를 통해 입력된 사용자의 명령에 의해 제어된다.
- <157> 이후, 제어장치(180)가 입력 스위치(145)를 온(ON)하여 펄스 콘덴서(150)에 전하를 축적한다. 이후 입력 스위치(145)를 오프(OFF)하고 출력 스위치(155)를 온(ON)하면 최대 전류의 1/6의 전류가 마그네트 코일에 흐르게 되어 최대 유도 전압의 1/6이 유도된다. 그리고, R, L, C 파라미터 값에 의해 형성된 감쇠 진동 파형의 한 주기가 끝나는 시점에서 분권 스위치(160)를 온(ON)함과 동시에 출력 스위치(155)를 오프(OFF)한다. 이후 출력 스위치(155)를 오프(OFF)한 상태에서 분권 스위치(160)를 오프(OFF)하면 초기 상태로 되돌아 같다.
- <158> 상술한 단계가 끝나면, 마그네트 코일에 흐르는 전류가 최대 전류의 1/2이 되도록 가변 조정기(510)의 출력을 제어하고, 상술한 단계를 반복함으로써 최대 전류의 1/2이 흐르는 한 주기 파형을 얻게 된다. 다음에는 마그네트 코일(170)에 최대 전류가 흐르도록 가변 조정기(510)의 출력을 제어하고 상기와 같은 과정을 반복하여 최대 전류가 흐르는 감쇠 진동파의 한 주기 파형을 얻는다.
- <159> 상술한 세 단계는 자극 상승(Ramp up) 과정에 해당된다. 그리고, 자극 상승 과정과 같이 마그네트 코일(170)에 흐르는 전류의 크기를 전원 입력부(110)의 가변 조정기

(510)를 이용하여 임의로 조정하여 유도되는 전압의 진폭을 변화시키는 것을 진폭 변조 (Amplitude modulation)이라 한다.

<160> 상술한 과정 이후에는 최대 전류(즉, 사용자가 임의로 정의한 최대 목표 전류)는 가변 조정기(510)의 출력 또는 파라미터값(R, L 또는 C 값)을 변화시키지 않는 한 일정하게 유지되어 원하는 시간동안 자극 유지(Plateau)가 가능하다.

<161> 또한, 자극 유지가 끝나면 자극 상승 과정과 반대로 자극 감소(Ramp Down)가 가능하며, 분권 스위치(160)가 펄스 콘덴서(150)에 충전된 전압을 없애는(리셋하는) 역할을 한다. 즉, 분권 스위치(160)는 펄스 콘덴서(150)에 저장되는 전하를 사용자가 필요로 하는 감쇠진동파의 한 주기를 얻고 난 후, 무조건 그라운드 레벨로 단락시켜 매번 펄스 콘덴서(150)의 충전 전압을 그라운드 레벨로 떨어뜨린다. 이후 다음 번의 전압을 얼마로 충전할 것인지는 가변 조정기(510)에 의해 결정된다.

<162> 이처럼 자극 상승 및 자극 감소를 행할 수 있는 변조를 경사 변조(Ramp modulation)라 한다. 자극 상승과 자극 감소의 연속적인 선형 제어(linear control)도 가능하다.

<163> 일정 시간 되풀이되는 펄스 온(ON)/오프(OFF) 시간을 버스트(Burst)라 하고, 이 기간동안 펄스 온(ON)/오프(OFF)가 되풀이되어 마그네트 코일에 전류가 흐르는 상태(즉, 유도 전압이 발생되어 자극이 이루어지는 시간)를 버스트 온(ON)이라 한다. 자극 상승, 자극 유지, 자극 감소는 버스트 온(ON) 기간 내에 존재한다. 그리고, 자극 상승, 자극 유지, 자극 감소가 없는 시간을 버스트 오프(OFF)라 하며, 총 버스트 기간 대비 버스트 온(ON) 기간을 버스트 듀티(Burst Duty)라 한다.

- <164> 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 자극 기간을 가변적으로 할 수 있고, 자극의 형태 구성과 버스트 단속 기간의 비율을 다르게 할 수 있다.
- <165> 펄스 온(ON) 시간과 펄스 오프(OFF) 시간의 주기를 변조 주기(modulation period)라 한다.
- <166> 그리고, 도 6b에 도시된 동작 특성에는 펄스 온(ON) 시간과 펄스 오프(OFF) 시간이 감쇠 진동 사인파의 한 주기로 일치하도록 도시되었으나, 펄스 오프(OFF) 시간은 사용자의 선택에 의해 가변적으로 정해질 수 있다. 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치는 펄스 온(ON) 시간을 가변하는 것이 아니라 펄스 오프(OFF) 시간을 가변하는 것이므로, 펄스 온(ON) 시간(즉, 펄스 폭)을 선형적으로 가변하는 전기 자극기와는 다르다.
- <167> 이제까지 RLC 직렬 공진회로에서 부족 감쇠 조건으로 공진하는 감쇠 진동 사인파의 경우를 중심으로 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 동작을 살펴보았다.
- <168> 이하, 관련 도면을 참조하여 감쇠 진동 사인파가 아닌 감쇠 진동 구형파인 경우의 펄스 자기 자극 생성 장치의 구성 및 동작 원리에 관해 살펴보기로 한다.
- <169> 도 7a는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성도이고, 도 7b는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 구형파 발생 회로의 상세 회로도이다.
- <170> 도 7a에 도시된 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성은 앞서 도 2a를 참조하여 설명한 펄스 자기 자극 생성 장치의 블록 구성과

비교할 때, 펄스 콘덴서(150) 대신 감쇠진동 구형파 공진 전류를 얻기 위한 구형파 발생 회로(710)가 입력 스위치(145)와 출력 스위치(155) 사이에 구비된다.

<171> 구형파 발생 회로(710)는 도시된 바와 같이 하나의 커패시터(C1)와 하나의 인덕터(L5) 사이에 원하는 고조파(Harmonics) 수만큼 LC 병렬 공진회로가 연결된다. 도 7b에는 커패시터와 인덕터의 병렬 회로가 4개 직렬로 연결된 경우만이 도시되었으나, LC 병렬 공진회로의 수량은 필요에 따라 다양하게 결정될 수 있다.

<172> 그리고, 고전압, 대전류의 선간에서 행해지는 신호 변환 방식을 살펴보면, 예를 들어, 사인파를 구형파로 변환하는 방법 등의 신호 변환 방법은 기본적으로 푸리에 변환(Fourier transform)을 이용하여 각 차수 고조파가 더해지는 형식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, Guillemin의 펄스 형성 구성 방식(Pulse-Forming Networks, PFNs)을 이용하면 고전압, 대전류 선로의 신호 변환을 용이하게 구현할 수 있다.

<173> 그리고, 원하는 공진 주기에 맞추어 각각 L값과 C값을 선정하고 상술한 감쇠 진동 사인파의 경우와 마찬가지로 마그네트 코일(170)에 전류를 흘려주면 구형파의 감쇠 진동을 얻을 수 있다. 이때 필요로 하는 한 주기를 사용하고 나머지를 스위치 오프(OFF)하면 되는데 이러한 절차는 감쇠 진동 사인파의 경우와 동일하다.

<174> 이와 같이 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치에서 적용가능한 파형의 유형은 감쇠 진동 사인파 외에 구형파나 삼각파 등이 있을 수 있는 것이다.

<175> 또한, 이제까지 입력 스위치(145), 출력 스위치(155), 분권 스위치(160) 등이 하나인 경우만 설명하였으나, 다수의 스위치를 직렬 또는 병렬로 조합하여 사용하는 것도 당

연히 가능하다. 다수의 스위치를 직렬로 연결하는 경우 총 스위칭 전압은 각각의 스위칭 전압을 합한 전압이 될 것이다.

<176> 또한, 이제까지 본 발명에 따른 펄스 자기 자극 생성 장치를 인간의 치료 목적으로 사용하는 경우에 대해서만 설명하였으나, 인간이외에도 동물을 대상으로 하는 치료 목적에도 동일하게 사용할 수 있음은 당연하다.

<177> 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 많은 변형이 본 발명의 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 가능함은 물론이다.

【발명의 효과】

<178> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 변조 기능을 갖는 펄스 자기 자극 생성 장치 및 방법은 치료 목적에 따라 치료 환자의 전류 순응성(Compliance) 및 생체 조직의 임피던스에 기인한 효과적인 에너지 전달이 가능하다.

<179> 또한, 본 발명은 자기 자극 장치를 의학적 치료 목적으로 이용할 때 고전압으로 충전하기 위한 별도의 수단이나, 펌핑 코일이나 전류제한 코일 등과 같은 각종 보조 수단을 필요로 하지 않는다.

<180> 또한, 본 발명은 자기 자극 장치 내의 분권 스위치가 시간 변조시(즉, 스위치 온, 오프시)마다 커패시터의 충전전압을 리셋하므로 최대 충, 방전 전압 이내에서 가변 조정기에 의해 공급되는 직류전압으로 충전할 수 있어 진폭변조가 가능하다.

<181> 또한, 본 발명은 가변 조정기가 출력 스위치 온, 오프시 개폐부담과 잡음을 경감시키는 역할 이에도 항상 시간 변조시 분권 스위치가 단락 동작(SHORT) 하므로 충, 방전

전압을 그라운드 레벨 부근으로 떨어뜨리는 기능을 수행하여 진폭변조가 가능하도록 한다.

<182> 또한, 본 발명에 따른 자속 방출 장치는 고정형이 아닌 이동형으로 제작될 수 있고, 코일에서 발생하는 자속을 집속하기 위한 자속 집속 장치와 일체형 또는 탈부착이 가능한 형태로 제작될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

자속을 발생시키기 위해 펄스 전류를 생성하는 자극 장치에 있어서,
전압원으로부터 교류 전원을 입력받고, 입력된 교류 전원의 전압을 지정된 크기의 직류 전압으로 변환하여 출력하는 구동 전압 제공부;
상기 직류 전압에 의해 전하를 축적하는 콘덴서부;
상기 구동 전압 제공부와 상기 콘덴서부의 사이에 위치하여 상기 콘덴서부의 전하 축적을 제어하는 입력 스위치부;
상기 콘덴서부와 직렬로 연결되고, 상기 콘덴서부에 축적된 전하에 상응하는 양단 전압에 의해 발생하는 전류에 의해 자속을 발생시키는 코일;
상기 콘덴서부와 상기 코일의 사이에 위치하여 상기 콘덴서부에 축적된 전하의 상기 코일을 통한 방전을 제어하는 출력 스위치부;
상기 코일과 출력 스위치부 사이에 병렬로 연결되어, 펄스 자계를 얻도록 하기 위해 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압을 그라운드 레벨로 낮추는 분권 스위치부
를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,
상기 구동 전압 제공부는,

상기 전압원으로부터 공급되는 교류 전압을 상기 제어부에 의해 지정된 교류 전압으로 변환하는 가변 조정기;

상기 가변 조정기에 의해 출력된 교류 전압을 미리 지정된 변압비에 상응하는 크기의 교류 전압으로 승압하는 변압기;

상기 변압기에 의해 승압된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류부를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 생성 장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 구동 전압 제공부는,

상기 정류부에 의해 전파 정류된 직류 전압을 평활하게 하는 필터부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 생성 장치.

【청구항 4】

제2항에 있어서,

상기 가변 조정기는 출력되는 교류 전압의 크기를 조절 가능한 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 생성 장치.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 분권 스위치부가 온(ON)한 상태에서 상기 자계 에너지 및 상기 전압이 그라운드 레벨로 낮춰지면 상기 출력 스위치부는 오프(OFF)상태로 전환하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 콘덴서부에 전하의 충전이 완료되면, 상기 입력 스위치부가 오프(OFF) 상태로 전환하고, 상기 출력 스위치가 온(ON) 상태로 전환하며,

상기 콘덴서부에 전하의 충전이 완료되었는지 여부는 상기 콘덴서부의 용량에 의해 결정되는 것

을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

대전력 신호의 오류 검출을 위해, 상기 코일을 통해 흐르는 전류가 발생시키는 자속을 이용하여 상기 전류의 크기를 산출하는 파워 모니터부

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 콘덴서부는 추가 콘덴서군과 병렬로 연결되고,
상기 추가 콘덴서군은 각각 병렬로 연결된 하나 이상의 추가 콘덴서부를 포함하며,
상기 각각의 추가 콘덴서부는 하나의 추가 콘덴서와 하나의 스위치 소자와 직렬로 연결되는 것
을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 9】

제8항에 있어서,
상기 스위치 소자는 커패시터값의 변경을 위해 온(ON) 또는 오프(OFF) 상태로 제어되고,
상기 스위치 소자가 온(ON) 상태인 경우에만, 상기 콘덴서부와 상기 추가 콘덴서부가 병렬로 연결되는 것
을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 10】

제1항 또는 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입력 스위치부 및 상기 분권 스위치부가 오프(OFF)되고, 상기 출력 스위치부(ON)된 경우, 상기 콘덴서부, 상기 코일은 RLC 직렬 공진 회로를 구성하고, 상기 RLC 직렬 공진 회로의 각 파라미터값은 부족 감쇠 조건을 만족하는 것

을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 출력 스위치부는 상기 RLC 직렬 공진 회로의 1 또는 1/2 주기마다 개폐되고,
상기 출력 스위치부의 개폐주기는 1kHz 미만인 것

을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 12】

제1항에 있어서,

상기 펄스 전류의 파형은 사인파, 구형파, 삼각파 중 적어도 어느 하나인 것
을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 13】

제1항에 있어서,

상기 입력 스위치부, 출력 스위치부, 분권 스위치부는 릴레이, 사이리스터
(Thyristor), IGBT(Insulated Gate bipolar Transistor) 중 적어도 어느 하나인 것
을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 14】

자속 발생을 위한 펄스 전류를 생성하는 코일, 저항, 콘덴서로 구성된 공진 회로를 포함하는 자극 장치에 있어서,

상기 콘덴서와 병렬로 결합되고, 전압원으로부터 교류 전원을 입력받아 입력된 교류 전원의 전압을 지정된 크기의 직류 전압으로 변환하여 출력함으로써, 상기 콘덴서에 전하를 충전시키는 직류 전압 제공부;

상기 구동 전압 제공부와 상기 콘덴서의 사이에 위치하여 온(ON) 상태에서에서만 상기 콘덴서에 전하가 축적되도록 하는 입력 스위치부;

상기 콘덴서와 상기 코일 사이에 위치하여 온(ON) 상태에서에서만 상기 콘덴서에 축적된 전하가 상기 코일을 통해 방전되도록 하는 출력 스위치부;

상기 코일과 출력 스위치부 사이에 병렬로 연결되어, 펄스 자계를 얻도록 하기 위해 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압을 그라운드 레벨로 낮추는 분권 스위치부

를 포함하되,

상기 직류 전압 제공부는,

상기 전압원으로부터 공급되는 교류 전압을 상기 제어부에 의해 지정된 교류 전압으로 변환하는 가변 조정기;

상기 가변 조정기에 의해 출력된 교류 전압을 미리 지정된 변압비에 상응하는 크기의 교류 전압으로 승압하는 변압기;

상기 변압기에 의해 승압된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 콘덴서는 추가 콘덴서군과 병렬로 연결되고,

상기 추가 콘덴서군은 각각 병렬로 연결된 하나 이상의 추가 콘덴서부를 포함하며,

상기 각각의 추가 콘덴서부는 하나의 추가 콘덴서와 하나의 스위치 소자와 직렬로 연결되는 것

을 특징으로 하는 펄스 자기 자극 발생 장치.

【청구항 16】

자기 자극을 발생시키기 위해 펄스 전류를 제공하는 방법에 있어서,

펄스 자기 자극 생성 장치의 동작 개시 명령이 입력되는 단계;

(a) 전원 공급부에서 전압원으로부터 교류 전원을 입력받아 지정된 크기의 출력 교류 전압으로 변환하는 단계;

(b) 정류부에서 상기 변경된 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계;

(c) 입력 스위치부가 온(ON) 상태인 경우, 콘덴서부에서 상기 직류 전압에 상응하여 전하를 축적하는 단계;

(d) 상기 콘덴서부의 충전이 완료되면, 상기 입력 스위치부가 오프(OFF)로 전환되고, 출력 스위치부가 온(ON)상태로 전환되는 단계;

(e) 상기 콘덴서부에 축적된 전하에 상응하는 양단 전압에 의해 발생하는 전류가 코일에 흐르도록 하는 단계;

(f) 상기 코일이 상기 전류에 의해 자속을 발생시키는 단계;

(g) 미리 지정된 주기 시간 후에 분권 스위치를 온(ON) 상태로 전환하는 단계;

(h) 상기 코일에 저장된 자계 에너지 및 상기 콘덴서부에 충전된 전압이 그라운드 레벨로 낮춰진 경우, 상기 출력 스위치를 오프(OFF) 상태로 전환하고, 상기 입력 스위치를 온(ON) 상태로 전환하는 단계;

상기 펄스 자기 자극 생성 장치의 동작 종료 명령이 입력되거나, 미리 지정된 버스트 온(Burst ON) 기간이 종료될 때까지, 상기 단계 (a) 내지 단계 (h)를 반복하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 17】

제16항에 있어서,

상기 단계 (a) 내지 단계 (h)가 수행된 후, 상기 콘덴서부에 충전될 전압의 크기를 결정하는 단계

를 더 포함하되

상기 콘덴서부의 충전 전압의 크기는 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력 교류 전압의 크기에 의해 결정되는 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 18】

제16항에 있어서,

상기 단계 (a) 및 상기 단계 (d)는 상기 코일에 전류가 흐르지 않는 펄스 오프 (Pulse OFF) 상태이고, 상기 단계 (e) 내지 상기 단계 (h)는 상기 코일에 전류가 흐르는 펄스 온(Pulse ON) 상태인 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 19】

제18항에 있어서,

상기 버스트 온(Burst ON) 기간은 상기 펄스 온(Pulse ON) 및 펄스 오프(Pulse OFF)가 반복되어 유도 전압이 발생됨으로써 자극이 이루어지는 기간이고, 자극 상승 기간, 자극 유지 기간, 자극 감소 기간으로 구성되는 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 20】

제18항에 있어서,

상기 펄스 자기 자극 생성 장치는 펄스 오프(OFF) 시간을 가변하는 방법에 의해
상기 펄스 온(ON) 시간 및 펄스 오프(OFF) 시간의 주기에 해당되는 변조 주기를 가변하
는 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 21】

제19항에 있어서,

상기 자극 상승 기간 동안 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력
교류 전압의 크기가 점차 상승하고,

상기 자극 유지 기간 동안 상기 전원 공급부의 출력 교류 전압의 크기는 일정하며,

상기 자극 감소 기간 동안 상기 전원 공급부의 가변 조정기에 의해 변환된 출력
교류 전압의 크기가 점차 감소하는 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 22】

제16항에 있어서,

상기 펄스 자기 자극 생성 장치는 경사 변조, 위상 변조, 기간 변조, 시간 변조,
진폭 변조, 주파수 변조, 듀티 변조 중 적어도 어느 하나의 변조 특성을 포함하는 것

을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 23】

제22항에 있어서,

상기 펄스 자기 자극 생성 장치는 경사 변조, 위상 변조, 기간 변조, 시간 변조, 진폭 변조, 주파수 변조, 듀티 변조 중 적어도 어느 하나의 변조 특성을 포함하는 것을 특징으로 하는 펄스 전류 제공 방법.

【청구항 24】

자속 발생을 위한 펄스 전류를 생성하는 코일, 저항, 콘덴서로 구성된 공진 회로를 포함하는 자극 장치에서, 상기 코일에 발생하는 자속을 외부로 방출하는 자속 방출 장치에 있어서,

상기 코일;

절연재 특성을 갖고, 상기 코일을 감싸는 원반 모양의 케이스;

상기 케이스의 하부에 돌출되어 형성되어 있는 손잡이;

상기 코일과 결합되고, 상기 케이스 및 상기 손잡이 내부를 관통하는 리드선을 포함하되,

상기 코일은 단층 솔레노이드 형태이고, 상기 케이스는 상기 코일에서 발생하는 열을 자연공랭식으로 냉각하기 위한 다수의 공기 구멍을 가지는 것을 특징으로 하는 자속 방출 장치.

【청구항 25】

제24항에 있어서,

상기 케이스와 결합되어, 자계의 경계면 조건을 이용하여 상기 코일에 발생하는 자속을 한 지점으로 집중하는 자속 집중 장치

를 더 포함하되,

상기 자속 집중 장치는 냉매 및 성층 철심이 밀봉된 형태인 것

을 특징으로 하는 자속 방출 장치.

【청구항 26】

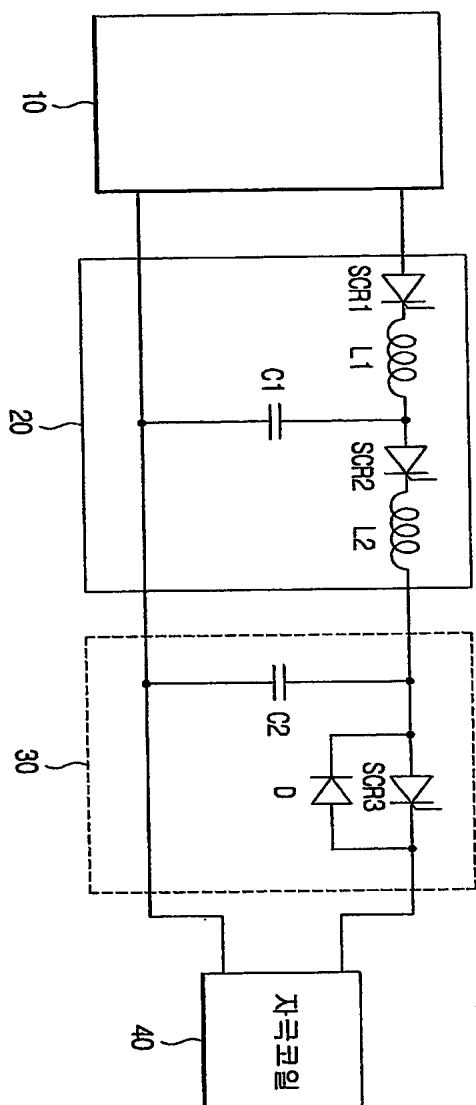
제25항에 있어서,

상기 자속 집중 장치의 상기 성층 철심은 상기 코일과 나란히 배치되고, 상기 성층 철심의 중심쪽 투자율은 주변쪽 투자율보다 큰 재료로 구성되며, 상기 자속을 발산하는 끝 부분이 팽이 형태로 이루어지고, 상기 냉매는 상기 자속 집중 장치와 연결된 호스를 통해 순환되는 것

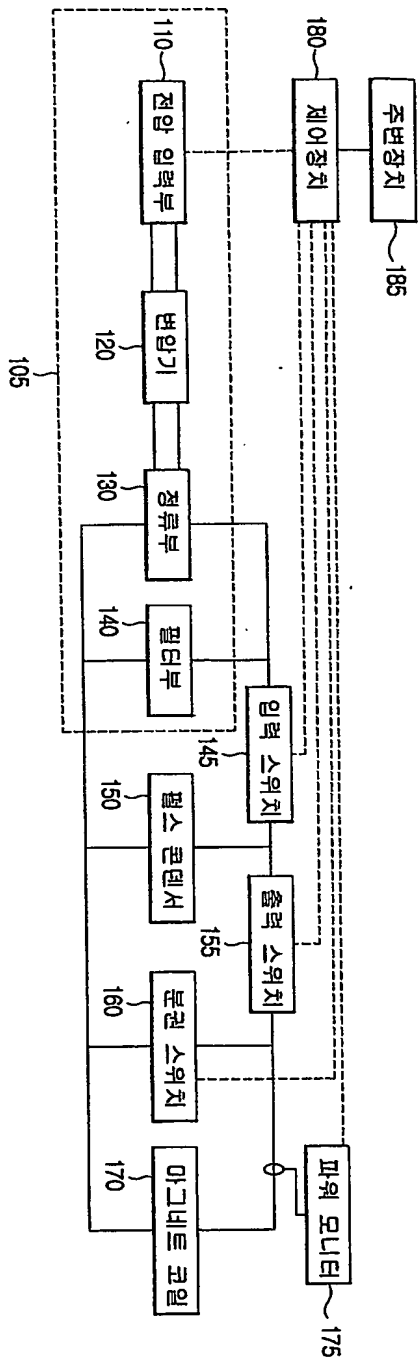
을 특징으로 하는 자속 방출 장치.

【도면】

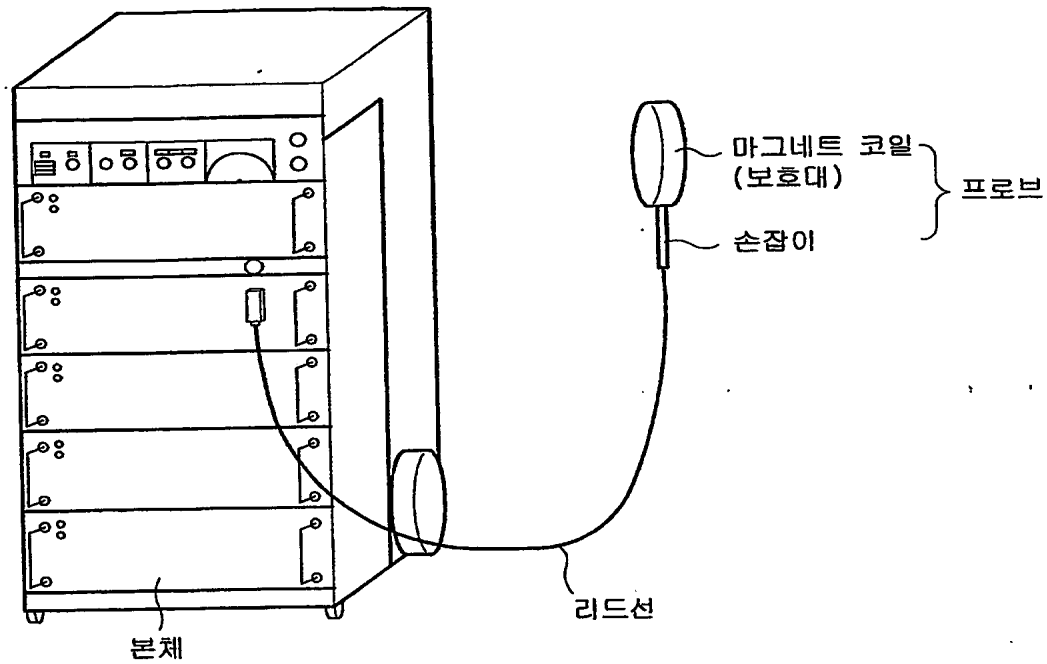
【도 1】



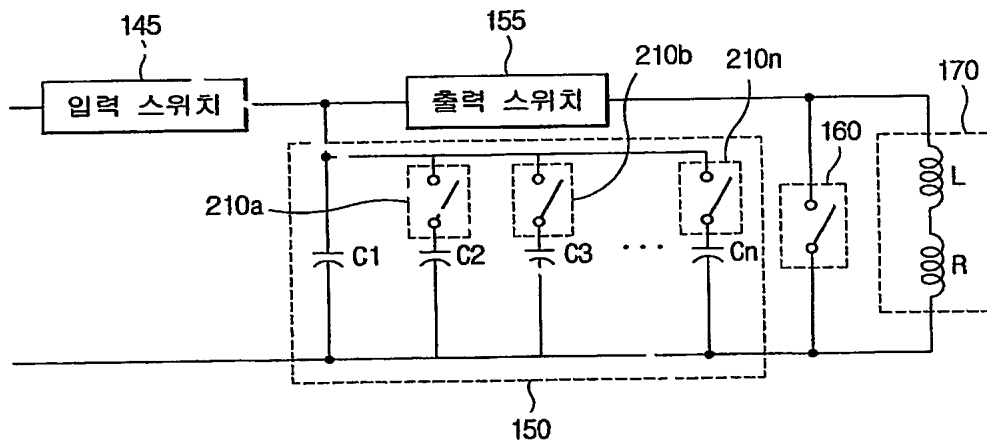
【도 2a】



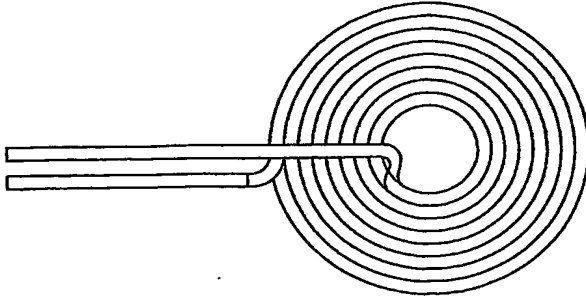
【도 2b】



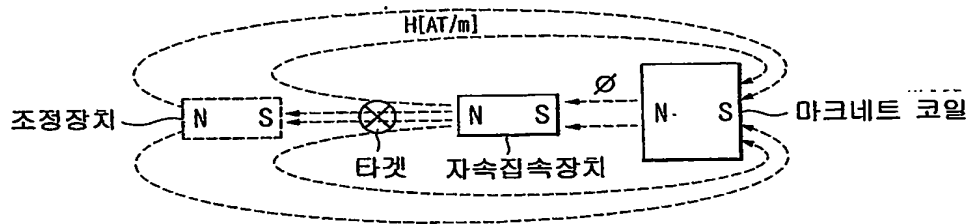
【도 3】



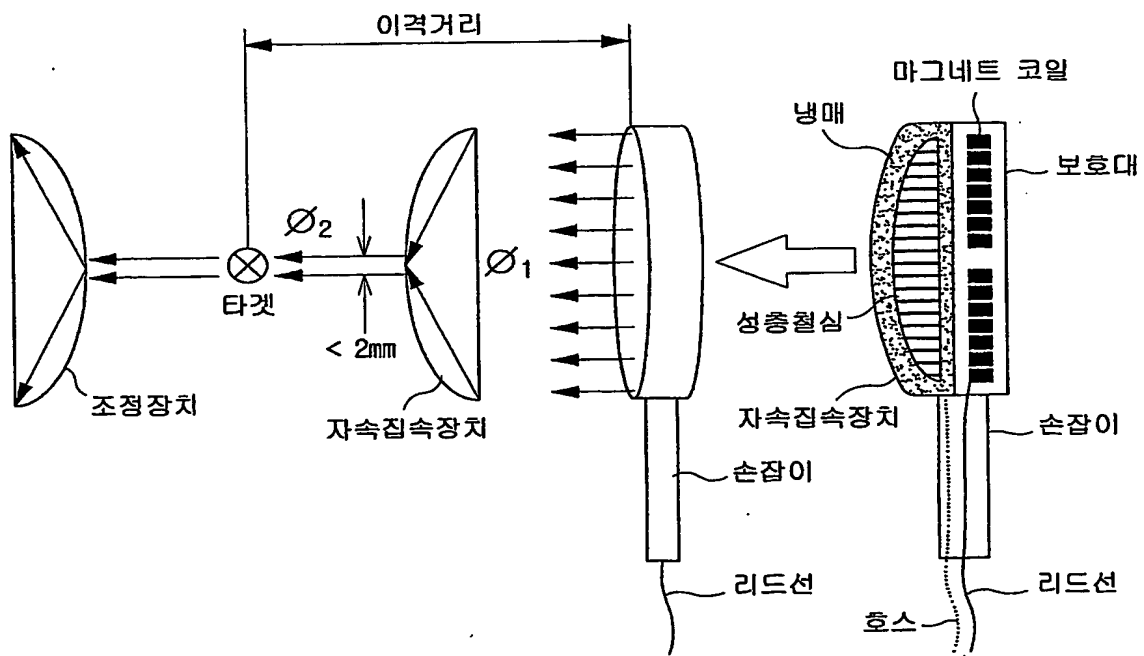
【도 4a】



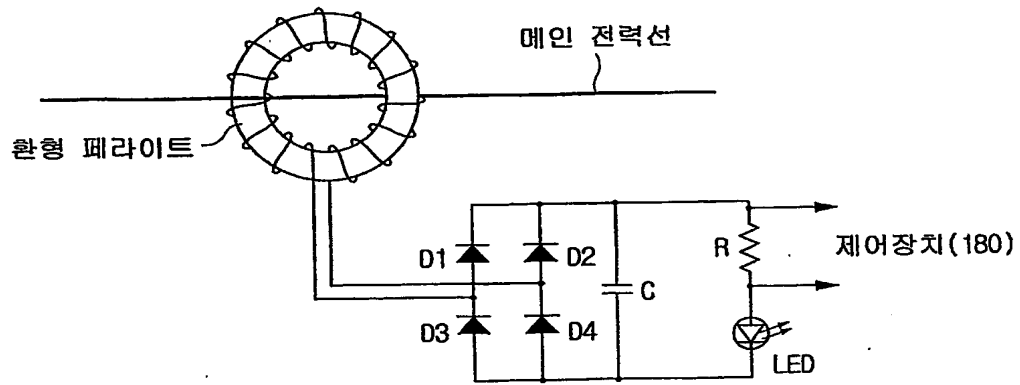
【도 4b】



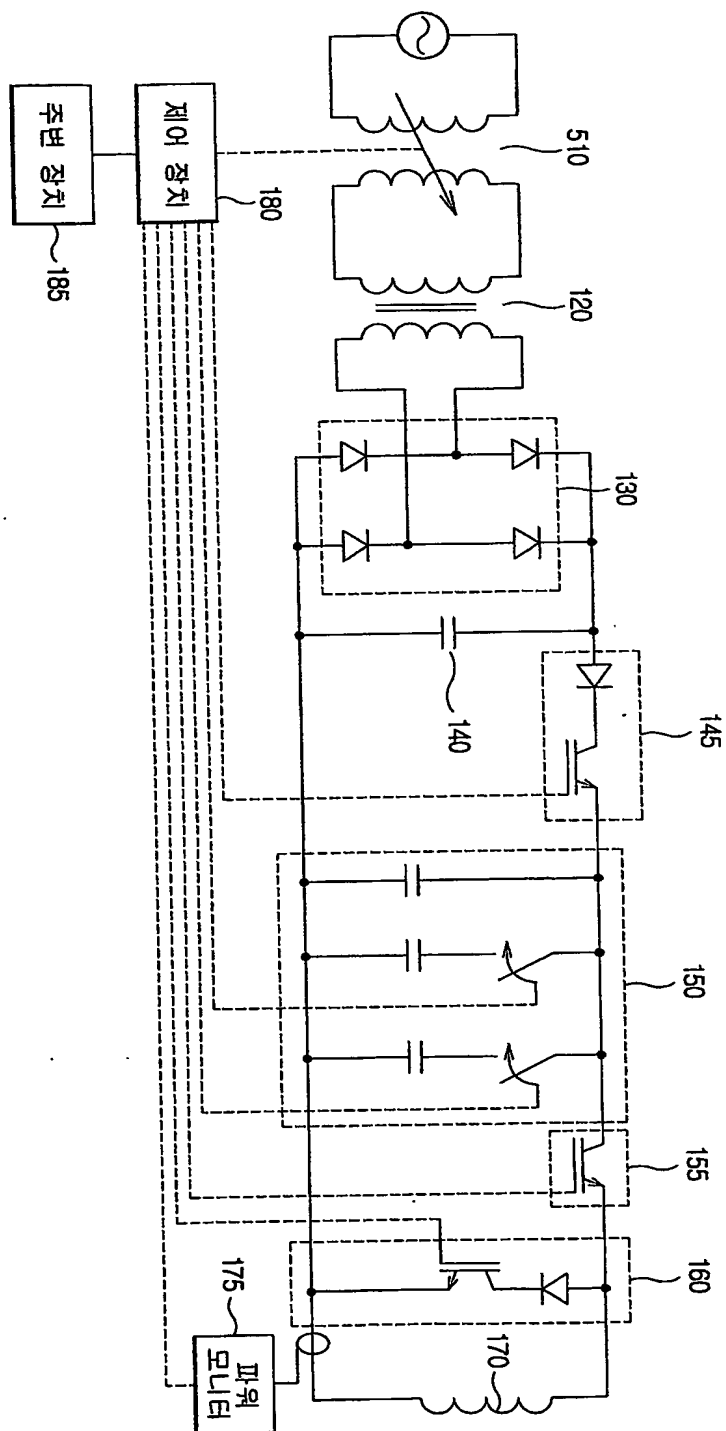
【도 4c】



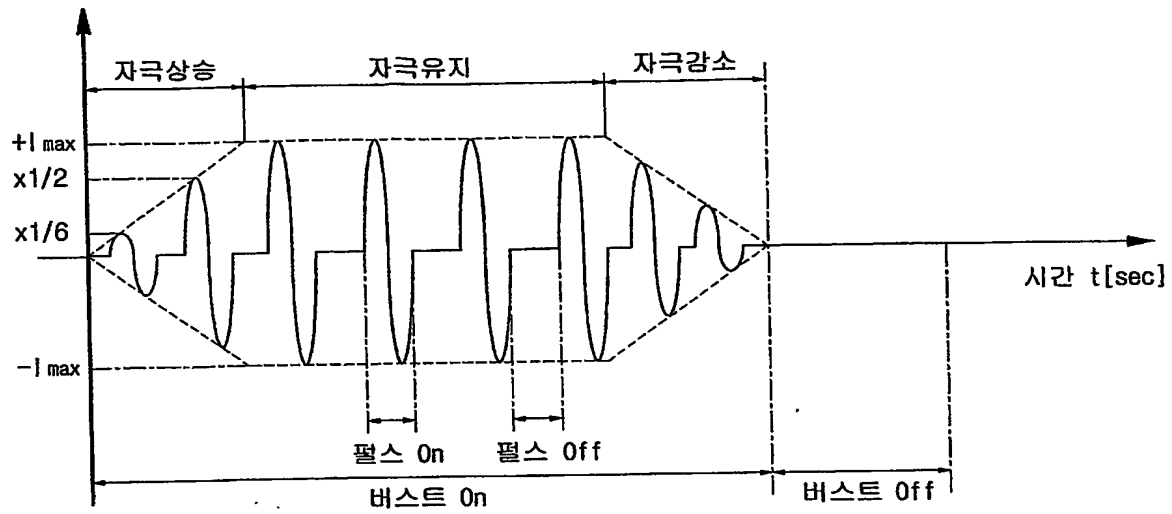
【도 5】



【도 6a】

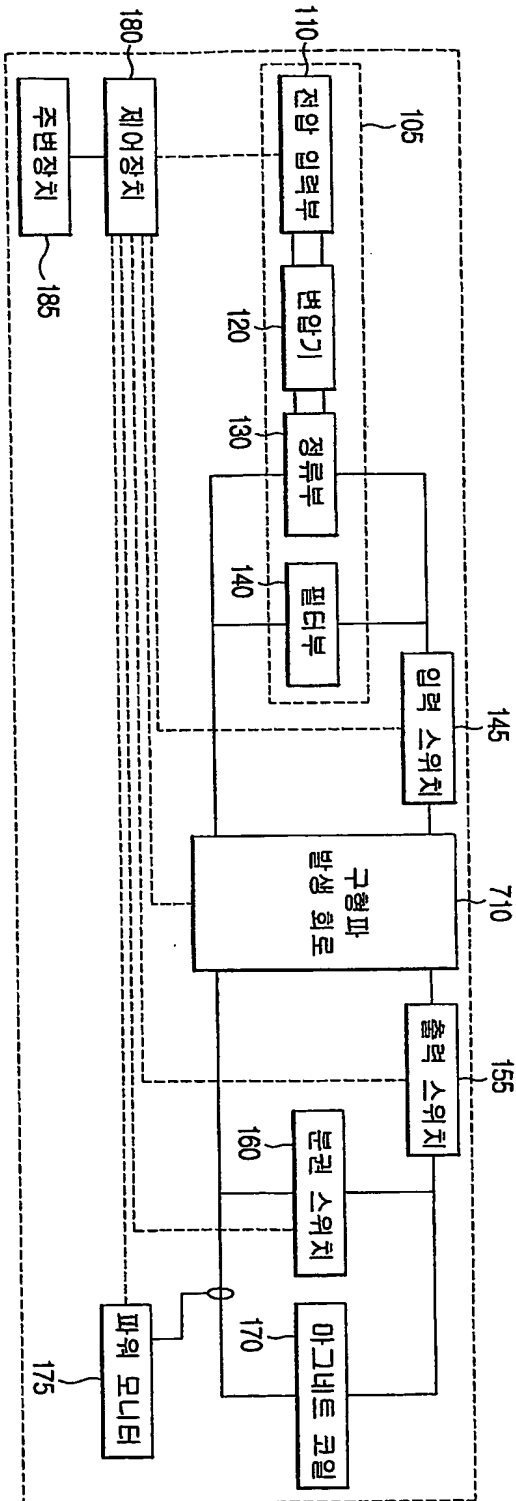


【도 6b】



030020084

【도 7a】



【도 7b】

